

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 12 438.1
Anmeldetag: 20. März 2003
Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE
Bezeichnung: Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur
Regelung eines Jitterpuffers
IPC: H 04 L 12/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

Beschreibung

Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers

5

In zeitgemäßen Kommunikationssystemen werden Verbindungen zur Übermittlung kontinuierlicher Datenströme, zum Beispiel zur Sprach-, Video- und/oder Multimediakommunikation, in zunehmendem Maße auch über paketorientierte Kommunikationsnetze, wie z.B. LANs (Local Area Network), MANs (Metropolitan Area Network) oder WANs (Wide Area Network), geführt. Auf dieser Technik basiert beispielsweise die sogenannte Internettelefonie, die häufig auch als "Voice over Internet Protocol" (VoIP) bezeichnet wird.

15

Zur Übertragung eines kontinuierlichen Datenstroms über ein paketorientiertes Kommunikationsnetz wird der Datenstrom in einzelnen zu übertragende Datenpakete aufgeteilt, die jeweils mit einer Zieladresse und einem Zeitstempel versehen werden.

20

Beim Austritt aus dem paketorientierten Kommunikationsnetz wird aus den Datenpaketen wieder ein kontinuierlicher Datenstrom zusammengesetzt. Da die Datenpakete im paketorientierten Kommunikationsnetz prinzipiell unabhängig voneinander übertragen werden, treffen die Datenpakete in der Regel nicht in äquidistanten Zeitabständen und häufig auch nicht in ihrer ursprünglichen Reihenfolge am Austrittspunkt ein. Zum Ausgleich solcher Laufzeitschwankungen werden die Datenpakete oder ihr Dateninhalt vor dem Zusammensetzen des Datenstroms meist in einem sogenannten Jitterpuffer zwischengespeichert, aus dem sie in konstanten Zeitabständen ausgelesen werden. Auf diese Weise kann aus in unregelmäßigen Zeitabständen eintreffenden Datenpaketen wieder ein kontinuierlicher Datenstrom rekonstruiert werden.

30

Ein Nachteil eines solchen Jitterpuffers besteht darin, dass die Datenübertragung durch die Zwischenspeicherung zusätzlich verzögert wird. Die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer der Datenpakete sollte daher nach Möglichkeit minimiert werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer nicht zu klein gewählt wird, da sonst verspätet eintreffende Datenpakete nicht mehr in die zeitliche Ausgabereihenfolge des Jitterpuffers eingeordnet werden könnten. Wenn ein Datenpaket erst eintrifft, wenn ein ihm in der ursprünglichen Sendereihenfolge nachfolgendes Datenpaket schon vom Jitterpuffer ausgegeben wurde, ist der reguläre Ausgabezeitpunkt für dieses verspätet eintreffende Datenpaket schon verstrichen und dieses Datenpaket ist zu verwerfen. Ein Ziel einer Jitterpufferregelung besteht also darin, die durchschnittliche Zwischenspeicherungsdauer unter der Nebenbedingung einer noch akzeptablen Datenpaketverlustrate zu minimieren.

Bisher wird zur Regelung eines Jitterpuffers die mittlere durch die Zwischenspeicherung bedingte Übertragungsverzögerung gemessen und mittels eines ersten Regelkreises auf eine Sollverzögerung eingeregelt. Die Sollverzögerung kann hierbei fest vorgegeben sein oder durch einen zweiten Regelkreis derart geregelt werden, dass die Übertragungsverzögerung bei noch akzeptabler Paketverlustrate minimiert wird. Die Vorgabe einer festen Sollverzögerung schränkt jedoch die Flexibilität der Jitterpufferregelung ein während eine zusätzliche Regelung der Sollverzögerung insofern nachteilig ist, als ein zweiter Regelkreis benötigt wird. Durch zwei einander beeinflussende Regelkreise gestaltet sich die Regelung erheblich komplexer. Zudem können dabei Stabilitätsprobleme auftreten.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers anzugeben, die eine adaptive Minimierung einer pufferungsbedingten mittleren Übertragungsverzögerung bei nur geringen Datenpaketverlusten erlauben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch eine Jitterpufferregelschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6.

10

Zur Regelung eines zum Puffern eines Datenpaketstroms vorgesehenen Jitterpuffers wird für Datenpakete des Datenpaketstroms eine jeweilige durch die Pufferung bedingte Übertragungsverzögerung erfasst. Aus erfassten Übertragungsverzögerungen werden gewichtete Verzögerungsmittelwerte fortlaufend abgeleitet, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung. Abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten wird dann eine Auslesegeschwindigkeit des Jitterpuffers so geregelt, dass die abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerte als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung eingeregelt werden.

Die stärkere Gewichtung geringerer Übertragungsverzögerungen bei der Bildung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte entspricht einer stärkeren Gewichtung verspätet eintreffender Datenpakete. D.h. ein gewichteter Verzögerungsmittelwert stellt nicht die durchschnittliche Übertragungsverzögerung aller gepufferten Datenpakete als vielmehr ein Maß für die Übertragungsverzögerung verspätet eintreffender Datenpakete dar. Durch die Einregelung der pufferungsbedingten Verzögerungsdauer von verspätet eintreffenden Datenpaketen auf eine vorgegebene Sollverzögerung kann auf einfache Weise gewähr-

leistet werden, dass auch verspätet eintreffende Datenpakete noch gepuffert werden.

Ein überdurchschnittlich verspätet eintreffendes Datenpaket, das gerade noch kurz vor seinem Auslesezeitpunkt in den Jitterpuffer eingefügt wird und somit eine besonders geringe Übertragungsverzögerung aufweist, bewirkt durch deren stärkere Gewichtung, dass sich der gewichtete Verzögerungsmittelwert verringert. Dies bedingt wiederum eine Verringerung der Auslesegeschwindigkeit des Jitterpuffers, um so den gewichteten Verzögerungsmittelwert wieder an die Sollverzögerung anzugleichen. Falls dadurch noch stärker verspätete Datenpakete vor ihrem regulären Ausgabezeitpunkt in den Jitterpuffer eingefügt werden, wird die Auslesegeschwindigkeit weiter verringert. Andernfalls bleibt die Auslesegeschwindigkeit weitgehend konstant oder vergrößert sich wieder beim Ausbleiben vergleichbar verspäteter Datenpakete.

Durch die Regelung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte wird die durchschnittliche Übertragungsverzögerung des Jitterpuffers automatisch an die Verspätungsdauer von verspätet eintreffenden Datenpaketen adaptiert. Auf diese Weise kann die pufferungsbedingte Übertragungsverzögerung unter Einhaltung einer geringen und gegebenenfalls einstellbaren Datenpaketverlustrate minimiert werden. Dass hierzu nur ein einzelner Regelkreis benötigt wird, stellt einen wesentlichen Vorteil der Erfindung dar.

Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert jeweils aus ei-

5

nem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert und einer aktuell erfassten Übertragungsverzögerung abgeleitet werden. Auf diese Weise kann der benötigte Rechenaufwand erheblich verringert werden.

5

Weiterhin kann eine aktuell erfasste Übertragungsverzögerung mit einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert verglichen werden und die Gewichtung der aktuell erfassten Übertragungsverzögerung abhängig vom Vergleichsergebnis ermittelt werden. Vorzugsweise kann die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung mit einem ersten vorgegebenen Gewichtswert gewichtet werden, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung kleiner als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist und mit einem zweiten vorgegebenen Gewichtswert gewichtet werden, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung größer als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist. Dabei ist der erste Gewichtswert größer als der zweite Gewichtswert. Auf diese Weise wird gewissermaßen eine unter dem bisherigen gewichteten Verzögerungsmittelwert liegende Übertragungsverzögerung eines überdurchschnittlich verspäteten Datenpakets stärker gewichtet, so dass der gewichtete Verzögerungsmittelwert automatisch an verspätet eintreffende Datenpakete angepasst wird.

25

Durch eine geeignete Wahl des ersten und des zweiten Gewichtswerts können spezifische Regelgeschwindigkeiten der Jitterpufferregelung bedarfsweise eingestellt werden. Hierbei wirkt sich die Wahl des ersten Gewichtswerts insbesondere auf die Geschwindigkeit aus, mit der die Jitterpufferregelung auf besonders stark verspätete Datenpakete reagiert. Demgegenüber wirkt sich der zweite Gewichtswert auf die Geschwindigkeit

30

aus, mit der die Jitterpufferregelung auf ein Ausbleiben von besonders verspäteten Datenpaketen reagiert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand
5 der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen jeweils in schematischer Darstellung:

Figur 1 einen Jitterpuffer und

10 Figur 2 eine Jitterpufferregelschaltung.

In **Figur 1** ist ein Jitterpuffer JP schematisch dargestellt, dem Datenpakete DP1,...,DP2,...,DP3 eines vorzugsweise internetprotokollbasierten Datenpaketstroms, z.B. zur Echtzeit-,
15 Sprach-, Video- und/oder Multimediakommunikation, zum Zwischenspeichern zugeleitet werden. Die Datenpakete DP1,...,DP2,...,DP3 enthalten jeweils einen Zeitstempel, der die ursprüngliche zeitliche Position des betreffenden Datenpakets im Datenpaketstrom angibt. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel sei angenommen, dass die Datenpakete DP1, DP2
20 und DP3 in der angegebenen Reihenfolge erzeugt wurden, aber beim Jitterpuffer JP aufgrund von Laufzeitschwankungen in der Reihenfolge DP3, DP2 und DP1 ankommen. Das Datenpaket DP3 hat somit aufgrund einer überdurchschnittlich schnellen Übermittlung das Datenpaket DP2 überholt, während das Datenpaket DP1
25 aufgrund seiner besonders großen Verspätung hinter das Datenpaket DP2 zurückgefallen ist.

Als Nutzdateninhalt enthält das Datenpaket DP1 Kommunikationsdaten D1, das Datenpaket DP2 Kommunikationsdaten D2 und
30 das Datenpaket DP3 Kommunikationsdaten D3. Für das vorliegende Ausführungsbeispiel sei angenommen, dass die Kommunikationsdaten D1, D2 und D3 VoIP-Kommunikationsdaten (VoIP: Voice

Over Internet Protocol) sind, die jeweils digitale Abtastwerte eines Sprachsignals umfassen.

Der Jitterpuffer JP weist eine Vielzahl von Speicherpositionen P_1, \dots, P_N auf, die in der angegebenen Reihenfolge zyklisch ausgelesen werden. Um die Datenpakete DP_1 , DP_2 und DP_3 bzw. ihre Nutzdateninhalte D_1 , D_2 und D_3 wieder in ihre ursprüngliche Reihenfolge zu bringen, werden diese in der Reihenfolge der Zeitstempel der Datenpakete DP_1 , DP_2 , DP_3 an Speicherpositionen P_1, \dots, P_N des Jitterpuffers JP zwischengespeichert. Der Dateninhalt D_1 , D_2 bzw. D_3 eines ankommenden Datenpakets DP_1 , DP_2 bzw. DP_3 wird somit an einer anhand des Zeitstempels des Datenpakets DP_1 , DP_2 bzw. DP_3 bestimmten Speicherposition P_1, \dots, P_{N-1} bzw. P_N eingefügt. Dementsprechend wird der Dateninhalt, hier D_3 , eines besonders früh eintreffenden Datenpakets, hier DP_3 , an einer hinteren Speicherposition, hier P_{N-1} , eingefügt, der Dateninhalt, hier D_2 , eines Datenpakets, hier DP_2 , mit durchschnittlicher Laufzeit an einer mittleren Speicherposition, hier P_M , eingefügt und der Dateninhalt, hier D_1 , eines verspätet eintreffenden Datenpakets, hier DP_1 , an einer vorderen Speicherposition, hier P_2 , eingefügt. Auf diese Weise werden die Dateninhalte D_1 , D_2 und D_3 und damit die Abtastwerte des Sprachsignals in ihrer ursprünglichen zeitlichen Reihenfolge vom Jitterpuffer JP ausgegeben.

In **Figur 2** ist eine Jitterpufferregelschaltung zur Regelung des Jitterpuffers JP schematisch dargestellt. Mit den Bezugszeichen in Figur 1 übereinstimmende Bezugszeichen bezeichnen hierbei gleiche Gegenstände. Durch die Regelung des Jitterpuffers JP soll einerseits die Anzahl zu spät eintreffender und damit zu verwerfender Datenpakete und andererseits die pufferungsbedingte durchschnittliche Übertragungsverzögerung

der Datenpakete minimiert werden. Als zu spät eintreffendes Datenpaket sei in diesem Zusammenhang ein Datenpaket bezeichnet, bei dessen Eintreffen der Ausgabezeitpunkt der entsprechenden Speicherposition schon verstrichen ist. Mit anderen
5 Worten: die pufferungsbedingte Übertragungsverzögerung sollte so gering wie möglich sein, aber noch groß genug, um wahrnehmbare Paketverluste zu vermeiden.

Die Jitterpufferregelschaltung weist eine Erfassungseinrichtung EE zum Erfassen oder Messen einer Übertragungsverzögerung d_p eines jeweiligen Datenpakets, eine Mittelungseinrichtung ME zum fortlaufenden Ableiten von gewichteten Verzögerungsmittelwerten d_1 aus erfassten Übertragungsverzögerungen d_p sowie eine Regeleinrichtung RE zur Regelung der Auslesegeschwindigkeit des Jitterpuffers JP in Abhängigkeit von den
10 gewichteten Verzögerungsmittelwerten d_1 . Die Erfassungseinrichtung EE erfasst für jedes der Datenpakete DP1, ..., DP2, ..., DP3 dessen Empfangszeitpunkt t_{rec} sowie den Ausgabezeitpunkt t_{out} des ersten Abtastwertes des betreffenden Datenpakets aus dem Jitterpuffer JP. Hieraus wird die Übertragungsverzögerung des betreffenden Datenpakets zu $d_p = t_{out} - t_{rec}$
15 ermittelt. Dies entspricht im Wesentlichen der Verweilzeit des Dateninhalts des betreffenden Datenpakets im Jitterpuffer JP. Die ermittelten Übertragungsverzögerungen d_p der Datenpakete DP1, ..., DP2, ..., DP3 werden von der Erfassungseinrichtung EE an die Mittelungseinrichtung ME weitergegeben, die daraus fortlaufend die gewichteten Verzögerungsmittelwerte d_1 berechnet und diese an die Regeleinrichtung RE weitergibt. Die Regeleinrichtung RE vergleicht die eintreffenden gewichteten
20 Verzögerungsmittelwerte d_1 mit einer vorgegebenen Sollverzögerung sd_1 und regelt abhängig davon einen Auslesetakt CLK, mit dem die Abtastwerte aus dem Jitterpuffer JP ausgelesen werden, derart, dass die gewichteten Verzögerungsmittelwerte
25
30

d_1 auf die Sollverzögerung sd_1 eingeregelt werden. Zur Synchronisation der Datenrate der ausgelesenen Abtastwerte mit nachgeschalteten Kommunikationsanwendungen kann die durch die Regelung bedingte, leichte Schwankung des Auslesetaktes CLK durch Einfügen oder Verwerfen einzelner Abtastwerte in bzw. aus dem Abtastwertestrom oder durch eine Abtastratenumsetzung kompensiert werden.

Durch die Erfassungseinrichtung EE, die Mittelungseinrichtung ME und die Regeleinrichtung RE wird ein Regelkreis zum Einregeln der gewichteten Verzögerungsmittelwerte d_1 als Regelgröße auf die vorgegebene Sollverzögerung sd_1 realisiert. Die Erfassungseinrichtung EE, die Mittelungseinrichtung ME und die Regeleinrichtung RE können vorzugsweise als Programmmodule oder Programmobjekte im Sinne einer objektorientierten Programmierung auf einem Mikroprozessorsystem implementiert sein.

Die gewichteten Verzögerungsmittelwerte d_1 werden durch die Mittelungseinrichtung ME in rekursiver Weise berechnet. Für jedes gepufferte Datenpaket $DP_1, \dots, DP_2, \dots, DP_3$ wird aus dessen aktuell erfasster Übertragungsverzögerung d_p sowie aus dem vorhergehend berechneten gewichteten Verzögerungsmittelwert d_{1old} ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert d_1 mittels der Rechenvorschrift $d_1 = (1-s) \cdot d_{1old} + s \cdot d_p$ berechnet. Hierbei ist s dasjenige Gewicht, mit dem die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung d_p in den gewichteten Verzögerungsmittelwert d_1 eingeht. Das Gewicht s wird für jedes eintreffende Datenpaket anhand eines Vergleichs von dessen Übertragungsverzögerung d_p mit dem vorhergehenden gewichteten Verzögerungsmittelwert d_{1old} bestimmt. Dabei ist $s = \beta_1$ falls $d_p < d_{1old}$ und $s = \beta_2$ falls $d_p \geq d_{1old}$. β_1 ist hierbei ein vorgegebener erster Gewichtswert und β_2 ein vorgegebener zweiter Ge-

wichtswert, wobei β_1 erheblich größer als β_2 ist. Somit wird eine Übertragungsverzögerung d_p , die geringer ist als der vorhergehende gewichtete Verzögerungsmittelwert d_{old} , erheblich stärker bei der Berechnung des neuen Verzögerungsmittelwertes d_1 gewichtet, als eine Übertragungsverzögerung d_p , die größer oder gleich dem vorhergehenden gewichteten Verzögerungsmittelwert d_{old} ist.

Durch die stärkere Gewichtung geringerer Übertragungsverzögerungen d_p werden bei der Bildung der gewichteten Verzögerungsmittelwerte d_1 die verspätet eintreffenden Datenpakete, hier DP1, überdurchschnittlich stark gewichtet. Der gewichtete Verzögerungsmittelwert d_1 stellt somit im Wesentlichen ein Maß für die Übertragungsverzögerung der verspätet eintreffenden Datenpakete dar. Indem durch die Jitterpufferregelschaltung nicht der Durchschnittswert der Übertragungsverzögerungen d_p , sondern ein Maß für die Übertragungsverzögerung der verspäteten Datenpakete als Regelgröße verwendet wird, wird der Jitterpuffer JP automatisch so geregelt, dass verspätet eintreffende Datenpakete gerade nicht verloren gehen.

Durch geeignete Wahl der einzelnen Gewichtswerte β_1 und β_2 können die Regelgeschwindigkeiten des Regelkreises eingestellt und so an unterschiedliche Übertragungsverhältnisse angepasst werden. Durch den ersten Gewichtswert β_1 wird hierbei die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der der Regelkreis auf besonders verspätete Datenpakete reagiert. Dagegen wird durch den zweiten Gewichtswert β_2 die Geschwindigkeit beeinflusst, mit der der Regelkreis auf ein Ausbleiben verspäteter Datenpakete reagiert. Ferner wird durch den Quotienten von β_1 und β_2 bestimmt, wie stark die gewichteten Verzögerungsmittelwerte d_1 zu kurzen Übertragungsverzögerungen d_p hin verschoben werden. Indirekt kann dadurch die Paketverlustrate

beeinflusst werden. Durch Vergrößerung dieses Quotienten wird die Paketverlustrate im Allgemeinen verringert.

In einer typischen Übertragungssituation erweist sich ein
5 erster Gewichtswert β_1 in der Größenordnung von 0,1 und ein
zweiter Gewichtswert β_2 in der Größenordnung von 0,001 als
vorteilhaft. Bei typischen Laufzeitverteilungen von Datenpa-
keten führt eine solche Wahl der Gewichtswerte β_1 und β_2 zu
einer akzeptablen Paketverlustrate in der Größenordnung von
10 0,1 - 1%.

Da β_1 wesentlich größer als β_2 ist, stellen sich die gewich-
teten Verzögerungsmittelwerte d_1 schnell auf kleine Übertra-
gungsverzögerungen d_p ein und gehen beim Ausbleiben verspäte-
15 ter Datenpakete langsam zurück. Damit kann sich die puffer-
bedingte Übertragungsverzögerung verhältnismäßig
schnell, d.h. mit wenigen Paketverlusten, an eine Erhöhung
der Anzahl oder der Verspätung von verspäteten Datenpaketen
anpassen. Auf diese Weise wird die durchschnittliche puffer-
20 bedingte Übertragungsverzögerung - obwohl sie nicht
selbst als Regelgröße verwendet wird - automatisch auf einen
Minimalwert eingeregelt, wobei gleichzeitig eine niedrige Pa-
ketverlustrate eingehalten wird. Im Unterschied zum bekannten
Stand der Technik wird hierfür nur ein einzelner Regelkreis
25 benötigt.

Patentansprüche

1) Verfahren zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) zum Puffern eines Datenpaketstroms, wobei

5 a) für Datenpakete (DP1, DP2, DP3) des Datenpaketstroms eine jeweilige durch die Pufferung bedingte Übertragungsverzögerung (d_p) erfasst wird,

10 b) aus erfassten Übertragungsverzögerungen (d_p) gewichtete Verzögerungsmittelwerte (d_1) fortlaufend abgeleitet werden, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung, und

15 c) eine Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitterpuffers (JP) abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten (d_1) so geregelt wird, dass diese als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung (sd_1) eingeregelt werden.

2) Verfahren nach Anspruch 1,

20 dadurch gekennzeichnet,
dass ein neuer gewichteter Verzögerungsmittelwert (d_1) aus einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert und einer aktuell erfassten Übertragungsverzögerung (d_p) abgeleitet wird.

25

3) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 dadurch gekennzeichnet,
dass eine aktuell erfasste Übertragungsverzögerung (d_p) mit einem vorher abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwert verglichen wird, und die Gewichtung der aktuell erfassten Übertragungsverzögerung (d_p) abhängig vom Vergleichsergebnis ermittelt wird.

4) Verfahren nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung (d_p) mit einem ersten vorgegebenen Gewichtswert (β_1) gewichtet

5 wird, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung (d_p) kleiner als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist, und mit einem zweiten vorgegebenen Gewichtswert (β_2) gewichtet wird, falls die aktuell erfasste Übertragungsverzögerung (d_p) größer als der vorher abgeleitete gewichtete Verzögerungsmittelwert ist, wobei
10 der erste Gewichtswert (β_1) größer als der zweite Gewichtswert (β_2) ist.

5) Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass die Regelgröße (d_1) durch einen einzigen Regelkreis geregelt wird.

6) Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) zum Puffern eines Datenpaketstroms, mit

20 a) einer Erfassungseinrichtung (EE) zum Erfassen einer durch die Pufferung bedingten Übertragungsverzögerung (d_p) eines jeweiligen Datenpakets (DP1, DP2, DP3) des Datenpaketstroms,

25 a) einer Mittelungseinrichtung (ME) zum fortlaufenden Ableiten von gewichteten Verzögerungsmittelwerten (d_1) aus erfassten Übertragungsverzögerungen (d_p) bei stärkerer Gewichtung einer geringeren Übertragungsverzögerung gegenüber einer höheren Übertragungsverzögerung, und

30 b) einer Regeleinrichtung (RE) zum Einregeln der fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerte (d_1) auf eine vorgegebene Sollverzögerung (sd_1) durch Regelung einer Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitter-

puffers (JP) abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten (d_1).

Zusammenfassung

Verfahren und Jitterpufferregelschaltung zur Regelung eines Jitterpuffers

5

Zur Regelung eines Jitterpuffers (JP) werden pufferungsbedingte Übertragungsverzögerungen (d_p) von Datenpaketen (DP1, DP2, DP3) erfasst. Aus erfassten Übertragungsverzögerungen (d_p) werden gewichtete Verzögerungsmittelwerte (d_1) fortlaufend abgeleitet, wobei eine geringere Übertragungsverzögerung stärker gewichtet wird als eine höhere Übertragungsverzögerung. Abhängig von den fortlaufend abgeleiteten gewichteten Verzögerungsmittelwerten (d_1) wird dann eine Auslesegeschwindigkeit (CLK) des Jitterpuffers (JP) so geregelt, dass die gewichteten Verzögerungsmittelwerte (d_1) als Regelgröße auf eine vorgegebene Sollverzögerung (sd_1) eingeregelt werden.

Figur 2

20

FIG 1

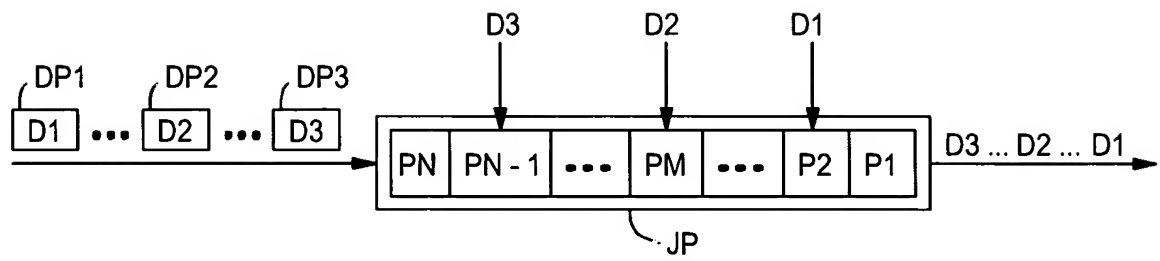


FIG 2

